

Docket No. 240085US3/hyc

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN REPLY APPLICATION OF: Hiromasa TOMINAGA, et al.

GAU: 1731

SERIAL NO: 10/614,899

EXAMINER:

FILED: July 9, 2003

FOR: TEMPERED GLASS SHEET, PROCESS AND APPARATUS THEREFOR

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2002-201496	July 10, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Joseph A. Scafetta Jr.
C. Irvin McClelland

Registration No. 21,124

Joseph A. Scafetta, Jr.
Registration No. 26,803

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 7 月 1 0 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 2 0 1 4 9 6
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 0 1 4 9 6]

出 願 人
Applicant(s): 旭硝子株式会社

2 0 0 3 年 7 月 2 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫

【書類名】 特許願

【整理番号】 20020200

【提出日】 平成14年 7月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 003B 27/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 旭硝子株式会
社内

 【氏名】 富永 紘正

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県知多郡武豊町字旭 1 番地 旭硝子株式会社内

 【氏名】 依田 和成

【特許出願人】

 【識別番号】 0000000044

 【氏名又は名称】 旭硝子株式会社

 【代表者】 石津 進也

 【電話番号】 03-3218-5645

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 042619

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書**【発明の名称】 強化ガラスならびに強化ガラスの製造方法および製造装置****【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

表面に圧縮応力層が形成され、かつ内部に引張応力層が形成された強化ガラスにおいて、前記強化ガラスは、正面視で周縁領域とこの領域を除く中央領域とを有し、前記中央領域の平均表面圧縮応力は、前記周縁領域の平均表面圧縮応力よりも 8 ～ 47 % 大きいことを特徴とする強化ガラス。

【請求項 2】

前記中央領域は、前記強化ガラスの重心を起点に破碎し、前記強化ガラスの縁部に向かってクラックが進行すると共に弾性波がこのクラックの進行速度の 1.7 ～ 2.3 倍の速度で伝播し、前記弾性波が前記縁部に至ると正反射して前記クラックと衝突し、この衝突点を結んだ線が形成されるときに、この線を境界線とする閉じた領域であり、前記周縁領域は、前記中央領域を除いた領域であることを特徴とする請求項 1 に記載の強化ガラス。

【請求項 3】

前記強化ガラスの板厚が 2.8 mm 以下であり、前記中央領域の平均表面圧縮応力が 100 MPa 以上であり、前記周縁領域の平均表面圧縮応力が 90 MPa 以上であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の強化ガラス。

【請求項 4】

ガラス板を軟化点近くまで加熱し、このガラス板の表面を冷却手段を使って冷却することにより、前記ガラス板の表面に圧縮応力層を形成し、かつ内部に引張応力層を形成する強化ガラスの製造方法において、前記ガラス板は、正面視で周縁領域とこの領域を除く中央領域とを有し、前記中央領域を冷却する前記冷却手段の冷却能を、前記周縁領域を冷却する前記冷却手段の冷却能よりも 16 ～ 78 % 高くして前記ガラス板を冷却することを特徴とする強化ガラスの製造方法。

【請求項 5】

前記中央領域は、前記強化ガラスの重心を起点に破碎し、前記強化ガラスの縁部に向かってクラックが進行すると共に弾性波がこのクラックの進行速度の 1.

7～2.3 倍の速度で伝播し、前記弾性波が前記縁部に至ると正反射して前記クラックと衝突し、この衝突点を結んだ線が形成されるときに、この線を境界線とする閉じた領域であり、前記周縁領域は、前記中央領域を除いた領域であることを特徴とする請求項 4 に記載の強化ガラスの製造方法。

【請求項 6】

ガラス板の両面に対向配置された風箱と、この風箱のガラス板側に配設された複数のノズルとを少なくとも有し、加熱されたガラス板に向けて前記複数のノズルから噴出する冷却風を吹き付ける強化ガラスの製造装置において、前記ガラス板は、正面視で周縁領域とこの領域を除く中央領域とを有し、前記中央領域を冷却するノズルの先端を、前記周辺領域を冷却するノズルの先端よりも 10～50 mm 前記ガラス板に接近させて前記ガラス板を冷却することを特徴とする強化ガラスの製造装置。

【請求項 7】

前記中央領域は、前記強化ガラスの重心を起点に破碎し、前記強化ガラスの縁部に向かってクラックが進行すると共に弾性波がこのクラックの進行速度の 1.7～2.3 倍の速度で伝播し、前記弾性波が前記縁部に至ると正反射して前記クラックと衝突し、この衝突点を結んだ線が形成されるときに、この線を境界線とする閉じた領域であり、前記周縁領域は、前記中央領域を除いた領域であることを特徴とする請求項 6 に記載の強化ガラスの製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、物理強化法による強化ガラスならびに強化ガラスの製造方法および製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、環境問題への社会的関心が高まり、自動車業界においては、省燃費の自動車強く求められている。そのため、車体を軽量化する必要がある、自動車部品の軽量化が今まで以上に求められ、自動車用窓ガラスに対してもその例外では

ない。自動車用窓ガラスは、搭乗者の安全を確保するため、合わせガラスや強化ガラスが使用されている。一部の車種を除き、合わせガラスが使用されているフロントガラス以外の窓には強化ガラスが使用されているため、強化ガラスの軽量化を実現することが車体の軽量化を図るには重要である。現在主流の強化ガラスの板厚は約 2.8 ～ 5 mm である。自動車用強化ガラスの軽量化を図る場合、それより薄くする必要があるが、これからは軽量化のための薄板化がいつそう進行すると考えられるが、安全性の面から容易に実現できないのが実状である。

【0003】

ところで、自動車用強化ガラスの法規には、強化ガラスに局所的な衝撃を与えて強化ガラスを破砕させた際の破片の状態について規定が定められている。つまり、強化ガラスの破砕時に 50 × 50 mm の正方形の区域内での破片数が最多値となる領域と最少値となる領域を選定し、これらの領域での破片数の最少値と最多値が許容範囲に入ることが規定されている。また、細長い破片である細片（スプライン）は長さが 75 mm を超えてはならず、他に、破片の最大面積についても規定がある。こうした、強化ガラスの破砕時の破片についての規定は、ECE の標準規格や JIS 規格等にある。

【0004】

自動車用強化ガラスは、一般的に以下に説明するように風冷強化によって製造される。まず、ガラス板を加熱炉に搬入し、軟化点近くまで加熱する。ガラス板を成形後に炉外に取り出し、または炉外に取り出した後に成形し、直ちに冷却風をガラス板の表面に吹き付けて急冷する。冷却風は、ガラス板の両面に配設された複数の冷却用ノズルからガラス板に向けて吹き付けられる。このとき、ガラス板の表面層の方が内部の層よりも温度降下が速いため、断面方向の内部と表面に温度差が発生し、それに起因して、表面に引張、内部に圧縮の方向の熱応力が発生する。しかし、ガラス板が粘性流動を起こしているため、応力の緩和現象により熱応力は緩和消失し、ガラス板の断面方向の内部と表面に温度差が存在するものの、ほとんど応力のない状態になる。

【0005】

冷却が進み最終的にガラス板が室温状態になったとき、高温時に緩和した熱応

力の分だけ力の方向が逆転して、ガラス板の表面に残留圧縮応力層を、内部に残留引張応力層を形成する。このように製造された強化ガラスの残留応力は急冷時にガラス板の断面方向の内部と表面に発生する温度分布による熱応力の発生状態とその緩和現象に依存する。そのため、ガラス板の板厚が薄いほど、ガラス板の表面とガラス板の内部の温度差を大きくする事が難しく、強化ガラスの破碎時の破片数は、内部残留引張応力に依存するため、その結果として自動車用の強化ガラスとして定められた法規を満足するために必要となる残留応力を得られない場合が出てくる。

【0006】

そのため、薄板ガラスを強化するには、ガラス板の断面方向の内部と表面に十分な温度差を与えるために、冷却能を現在主流の板厚（2.8～5mm）の強化ガラス製造時より高めなければならない。ここでいう薄板ガラスとは、現在使用されている自動車用の強化ガラスの板厚よりも薄いガラス板のことである。

【0007】

風冷強化の場合、冷却能を高めるには、冷却風の風圧を上げる、もしくはノズル先端をガラス板に接近させる等の手段が必要となる。しかし、冷却風の風圧を上げるには、ブロー能力を上げることや、新たにコンプレッサエアなどを導入しなければならないと多大な経費がかかるとともに機械的な限界がある。

【0008】

例えば、図11の従来の強化ガラスの製造装置の概略断面図に示すように、冷却リング42がノズル先端41bに衝突する等の治具等との干渉の問題でノズル先端41bをガラス板39に接近させることにも限界がある。また、急冷時にガラス板の表面の冷却状態に極端な斑（応力パターン）ができないようにするため、ガラス板を摺動させているが、複曲面を有するガラス板は、ノズル先端をガラス板に接近させることにより摺動させられなくなる。

【0009】

一方、薄板ガラスの強化方法として、特公平6-24995号公報に開示された方法が知られている。この方法は、急冷時にガラス板に吹き付けるブローエアにコンプレッサエアを追加することにより、コンプレッサエアの衝撃波を利用し

て、ブローエアで効率的にガラス板を急冷し、ガラス板の表面とガラス板の中央の温度差を大きくし、薄板ガラスを強化する方法である。しかし、この方法は、新たにコンプレッサエアを導入するため、現状の設備を大幅に改造しなければならず、安定したコンプレッサエアを供給するためには大型のレシーバタンク等の設置が必要となるため、多大な費用と共に設備も過大化してしまい、稼動コストもアップする。

【0010】

また、軟化点近くまで加熱されたガラス板を急冷すると、ガラス板の表面層と内部の層の温度差に起因してガラス板の表面に引張方向の熱応力が発生する。ガラス板は粘性流動を起こしているので、応力の緩和現象により、熱応力は緩和消失していくのだが、冷却開始直後に発生する熱応力が大きいため、緩和速度が熱応力の発生速度に追いつかず、ガラス板の表面に緩和しきれなかった熱応力が引張応力として生じている状態になる。それによりガラス板の表面に存在する微細な傷が発展し、ガラス板が破碎してしまう冷却割れと呼ばれる現象が発生することがある。このため、従来の強化方法のように、冷却能を高めただけでは、ガラス板の表面に発生する引張応力が増大し、より冷却割れが発生し易くなるという問題が発生する。

【0011】

また、同じくコンプレッサエアを使用した特開 2001-26434 号公報に開示された技術が知られている。この技術は、ブローエアにコンプレッサエアを部分的に追加し、「冷却し難い部分」にのみコンプレッサエアを吹き付け、ガラス板の「冷却し難い部分」を他の部分より高い冷却能で冷却し、ガラス板を全面にわたって均等に冷却するというものであり、特公平 6-24995 号公報の発明の問題点である設備コストや稼動コストを削減できるというものである。ここでいう「冷却し難い部分」とは、ガラス板の中央部としているが、この発明では、ガラス板の中央部の明確な定義がなく、また、実施の形態によると中央部は、ガラス板の一辺から反対側の辺までの中央の帯状の領域を示している。つまり、この発明では、ガラス板で最も微細な傷が多い縁部をコンプレッサエアで冷却しているため、高い冷却能により冷却開始直後のガラス板の表面に発生する引張応

力値が大きくなり、縁部からクラックが発展し冷却割れが発生する問題を解決できていない。

【0012】

また、特公平6-24995号公報の発明に比べると設備コストや稼動コストを削減できるが、現状の設備を大幅に改造しなければならず、設備コストや稼動コストは現状よりも高くなる。

【0013】

一方、冷却開始時のガラス温度を高温化するとガラス表面とガラス中央の温度差を大きくする事ができ、冷却開始直後に発生するガラス板表面の引張応力を小さくする事もできるが、高温ガラスの搬送、成形に起因する光学品質の悪化という別の問題が発生するため、ガラスの高温化にも限界がある。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

以上のように、板厚が2.8mm以下のガラス板に所望の残留応力を形成させることは困難なため、強化ガラスの規格を満足するように高い冷却能で薄板ガラスを強化すると、冷却割れや、設備費のアップ等の問題を引き起こす。そこで本発明の目的は、ガラス板が薄板化しても、安全規格を満足する自動車用強化ガラスを提供することと、ガラス板の薄板化に伴う高冷却能化に起因する冷却割れを減少させる強化ガラスの製造方法と設備費を低く抑えた製造装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために本発明は、表面に圧縮応力層が形成され、かつ内部に引張応力層が形成された強化ガラスにおいて、前記強化ガラスは、正面視で周縁領域とこの領域を除く中央領域とを有し、前記中央領域の平均表面圧縮応力は、前記周縁領域の平均表面圧縮応力よりも8～47%大きいことを特徴とする強化ガラスを提供する。

【0016】

また、前記中央領域は、前記強化ガラスの重心を起点に破碎し、前記強化ガラ

スの縁部に向かってクラックが進行すると共に弾性波がこのクラックの進行速度の1.7～2.3倍の速度で伝播し、前記弾性波が前記縁部に至ると正反射して前記クラックと衝突し、この衝突点を結んだ線が形成されるときに、この線を境界線とする閉じた領域であり、前記周縁領域は、前記中央領域を除いた領域であることが好ましい

また、前記強化ガラスの板厚が2.8mm以下であり、前記中央領域の平均表面圧縮応力が100MPa以上であり、前記周縁領域の平均表面圧縮応力が90MPa以上であることが好ましい。

【0017】

さらに、本発明は、ガラス板を軟化点近くまで加熱し、このガラス板の表面に冷却手段を使って冷却することにより、前記ガラス板の表面に圧縮応力層を形成し、かつ内部に引張応力層を形成する強化ガラスの製造方法において、前記ガラス板は、正面視で周縁領域とこの領域を除く中央領域とを有し、前記中央領域を冷却する前記冷却手段の冷却能を、前記周縁領域を冷却する前記冷却手段の冷却能よりも16～78%高くして前記ガラス板を冷却することを特徴とする強化ガラスの製造方法を提供する。

【0018】

また、前記中央領域は、前記ガラス板と同形状の強化ガラスが重心を起点に破碎し、前記強化ガラスの縁部に向かってクラックが進行すると共に弾性波がこのクラックの進行速度の1.7～2.3倍の速度で伝播し、前記弾性波が前記縁部に至ると正反射して前記クラックと衝突し、この衝突点を結んだ線が形成されるときに、この線を境界線とする閉じた領域であり、前記周縁領域は、前記中央領域を除いた領域であることが好ましい。

【0019】

さらに、本発明は、ガラス板の両面に対向配置された風箱と、この風箱のガラス板側に配設された複数のノズルとを少なくとも有し、加熱されたガラス板に向けて前記複数のノズルから噴出する冷却風を吹き付ける強化ガラスの製造装置において、前記ガラス板は、正面視で周縁領域とこの領域を除く中央領域とを有し、前記中央領域を冷却するノズルの先端を、前記周辺領域を冷却するノズルの先

端よりも 10～50mm 前記ガラス板に接近させて前記ガラス板を冷却すること
を特徴とする強化ガラスの製造装置を提供する。

【0020】

また、前記中央領域は、前記強化ガラスの重心を起点に破碎し、前記強化ガラスの縁部に向かってクラックが進行すると共に弾性波がこのクラックの進行速度の 1.7～2.3 倍の速度で伝播し、前記弾性波が前記縁部に至ると正反射して前記クラックと衝突し、この衝突点を結んだ線が形成されるときに、この線を境界線とする閉じた領域であり、前記周縁領域は、前記中央領域を除いた領域であることが好ましい。

【0021】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態について図を用いて説明する。実施の形態 1 は、本発明が提供する強化ガラスであり、実施の形態 2 は、本発明の製造方法の実施の形態であり、実施の形態 3、4 は、本発明の製造装置の実施の形態である。

【0022】

(実施の形態 1)

図 1 は、本実施の形態 1 の強化ガラスを示す概念図である。強化ガラス 1 は、その形状が正方形であり、正面視で周縁領域とこの領域を除く中央領域とを有する。中央領域とは、図 1 に示す領域 9 を示し、周縁領域とは、領域 9 を除いた強化ガラス 1 の領域である。

【0023】

領域 9 について、以下に詳細に説明する。強化ガラスは、表面に圧縮応力層、内部に引張応力層を有し、破碎するとクラックの進行とともに弾性波が伝播する。弾性波は、クラックが引張応力層に到達しガラス板の四方八方へ進行を開始するのと同時に発生し、発生点から同心円状に伝播する横波である。弾性波の伝播速度はクラックの進行速度よりも速く、図 1 では弾性波の伝播速度がクラックの伝播速度の 2 倍と仮定して各領域の大きさを定めている。

【0024】

図 1 において、強化ガラス 1 が重心 A を起点に破碎された場合、重心 A からガ

ラス板 1 の下縁部の点 B に至る直線 7 沿いに伝播した弾性波は、点 B で正反射し、直線 8 に沿って伝播する。よって、重心 A を起点に強化ガラス 1 の下縁側に向かって直線 6 沿いを進行してきたクラックと直線 8 沿いを伝播してきた弾性波とは点 C で衝突することになる。

【0025】

このように強化ガラス 1 の下縁で正反射してきた弾性波と重心 A を起点に下縁側に向かって進行してきたクラックとの衝突点を結んだ線が破線 2 である。同様に強化ガラス 1 の左縁で正反射してきた弾性波と重心 A を起点に左縁側に向かって進行してきたクラックとの衝突点を結んだ線が破線 3 であり、強化ガラス 1 の上縁で正反射してきた弾性波と重心 A を起点に上縁側に向かって進行してきたクラックとの衝突点を結んだ線が破線 4 であり、強化ガラス 1 の右縁で正反射してきた弾性波と重心 A を起点に右縁側に向かって進行してきたクラックとの衝突点を結んだ線が破線 5 である。破線 2 ～ 5 が境界線となってできる閉じた領域が右上がりの斜線でハッチングした領域 9 である。このようにしてできた領域 9 においては、その表面圧縮応力の平均値が周縁領域の表面圧縮応力の平均値よりも大きく形成されており、図 2 を用いて従来例との違いについて説明する。

【0026】

図 2 は、図 1 の強化ガラス 1 の重心 A、弾性波とクラックの衝突点 E、強化ガラス 1 の下縁部の点 D を通る直線 10 に沿って表面圧縮応力の分布を表したグラフである。本実施の形態 1 を実線で示し、従来例を破線で示す。

【0027】

図 2 示すように、本実施の形態 1 では重心 A から衝突点 E の領域 9 内の表面圧縮応力が、衝突点 E から点 D の周縁領域の表面圧縮応力より 8 ～ 47 % 大きく形成されている。それに対して、従来例では、表面圧縮応力がガラス板の全面では一定である。なお、実際は、加熱されたガラス板に複数のノズルの開口孔から冷却風を吹き付けて得られた強化ガラスは、冷却風の噴流がガラス板に衝突する点（以下直下点）がガラス板に散在しており、直下点と各直下点の間の点（以下直下間点）とでは、表面圧縮応力が異なっており、表面圧縮応力の分布は、上下に変化する。そのため、本実施の形態 1 の強化ガラス 1 でも、領域 9 の平均表面

圧縮応力が周縁領域の平均表面圧縮応力より 8～47%大きければ、表面圧縮応力の分布は変動しても構わない。また、衝突点 E 付近の表面圧縮応力は、ステップ状に変化してもよいし、ある程度の勾配をもって領域 9 の表面圧縮応力から周縁領域の表面圧縮応力まで変化してもよいし、前述と同じ理由から、上下に変動しても構わない。

【0028】

次に、表面圧縮応力の測定方法について図を用いて説明する。表面圧縮応力の測定は、バイアスコープ法という散乱光光弾性を用いたバビネ型表面応力計を用いる。図 3 に表面応力計の原理を示した概略断面図を示す。

【0029】

強化ガラス 1 の表面をそれよりも高屈折率の液状の媒質 17 で覆い、媒質 17 側からプリズム 11 を介して臨界角 θ で直線偏光を偏光面 45° の角度で入射させる。入射光 13 の一部は表面伝播光 14 となり強化ガラス 1 の内部の表面近傍に沿って伝わる。表面伝播光 14 は各経路の各点で屈折し、その一部を媒質 17 側に屈折射出光 15 として送り出す。この屈折射出光 15 を使い経路の各点における表面伝播光 14 の光路差を測定する。

【0030】

一般に入射光 13 とその反射光 16 が表面伝播光 14 に比べて非常に強いので、測定に妨げとなる入射光 13 および反射光 16 を遮るためプリズム 11 の中心に遮蔽板 12 を設ける。入射した直線偏光は、応力が入った表面を伝播するに従い、表面に垂直に振動する波と、表面に水平に振動する波との間に光路差を増し、直線偏光—楕円偏光—円偏光—楕円偏光—直線偏光（入射光と偏光面が直交）—楕円偏光—円偏光—楕円偏光—直線偏光（入射光と偏光面が平行）とこの変化を繰り返す。この変化は屈折射出光 15 にそのまま反映するので、屈折射出光 15 を偏光フィルターを通して観察すると、表面伝播光 14 の経路が明暗の繰り返しに見える。

【0031】

そこで、屈折射出光 15 の一部を図 3 に示していないバビネ補正器を通して観察すると、表面圧縮応力がない状態では、光路差が変化しないため、図 4（a）

に示すように、バビネ補正器の水晶クサビ上の干渉縞 18 は、傾斜せずに観察される。表面圧縮応力がある状態では、図 4 (b) に示すように、バビネ補正器の水晶クサビ上の干渉縞 18 は、光路差の増加と共に連続的に右または左に移動するため、干渉縞 18 は傾斜して観察される。

【0032】

ここで、バビネ補正器の水晶クサビに投影された表面伝播光 14 の経路を ΔL とし、その間に变化した光路差を ΔR とすると、 F : 表面圧縮応力、 C : 装置の感度定数、 Δn : 光路差 (nm/cm)、 KC : 光弾性定数 ($\text{nm}/\text{cm}/\text{MPa}$) として、

$$\Delta n = \Delta R / \Delta L = \tan \phi$$

$$F = C \cdot \Delta n / KC$$

となる。以上のようにして、表面圧縮応力を求める。

【0033】

測定点としては、表面圧縮応力が最大値に近いと予想される点とその点に最も近い位置にある表面圧縮応力が最小値に近いと予想される点を選んで、各点で少なくとも互いに直交する 2 方向について測定し、それらの平均値を表面圧縮応力が最大値に近いと予想される点の測定点とする。

【0034】

加熱されたガラス板に複数のノズルの開口孔から冷却風を吹き付けて得られた強化ガラスの場合は、ノズルの開口孔が千鳥配列だとすると、ノズルの開口孔の直下点が表面圧縮応力が最大値に近いと予想される点となり、ノズルの開口孔の直下点とこの点の最も近くにある他の開口孔の直下点 2 点との中心の点が表面圧縮応力が最小値に近いと予想される点となる。

【0035】

よって、図 1 の直線 10 沿いに前述の測定点を重心 A から点 D まで測定し、または直線 10 上に前述の測定点がなければ、直線 10 に最も近い測定点を直線 10 沿いに測定し、領域 9 内で測定した表面圧縮応力の平均値が、周縁領域内の表面圧縮応力の平均値よりも 8 ~ 47 % 大きくなる。従来例は、領域 9 の表面圧縮応力の平均値が、周縁領域の表面圧縮応力の平均値の 1.08 倍未満の大きさで

ある。

【0036】

ここで、本実施の形態1の破碎試験の評価について説明する。前述したように、自動車用窓ガラスに用いる強化ガラスは、安全規格を満足しなければ使用できない。そのため、破碎試験の評価は重要となる。破碎試験では、JIS R 3212にガラスを割る衝撃点が「点1」～「点4」まで定められており、破片が最も粗くなる衝撃点は、本発明者等の試験および経験的な事実からガラスのほぼ中心点である「点3」であることがわかっているため、本実施の形態1では、「点3」での破碎試験について従来例と比較した。

【0037】

図5は、ガラス板を重心Aを起点に破碎した場合の50×50mmの正方形の領域内の破片数の変化を図2と同様に破片数測定領域の正方形の中心線が図1の直線10と重なるように計測したグラフであり、本実施の形態1を実線で示し、従来例を破線で示す。領域9では、本実施の形態1の表面圧縮応力が従来例の表面圧縮応力より大きいいため、破片数も多くなる。周縁領域では、本実施の形態1の表面圧縮応力が、従来例の表面圧縮応力より小さいにも関わらず、破片数は多くなる。これは、クラックの先端が弾性波の影響を受けるため、本実施の形態1の強化ガラス1は、周縁領域に進行するクラックの数が増えたため、従来例の表面圧縮応力より小さくても、周縁領域の破片数は、従来例よりも増加する。

【0038】

つまり、強化ガラスのクラックの進行は、ガラス板の内部の残留引張応力によりエネルギーが増加し、ガラス内の音速に達すると分岐するのだが、クラックの先端はガラス板の縁部で正反射してきた弾性波と衝突すると、エネルギー的にゆらぎが生じ、それによってもクラックが分岐するため、クラックが弾性波と衝突した後に進行する領域では、50×50mmの領域内で計測する破片数が多くなる。

【0039】

そのため、安全規格を満足する強化ガラスは、中央領域の残留応力が、自動車用強化ガラスの安全規格を満足する破碎数が得られる大きさであれば、周縁領域は強度的に満足する大きさがあれば充分であり、本実施の形態1のような応力分

布を有する強化ガラスは、安全規格を満足した自動車用強化ガラスとして用いることができる。

【0040】

なお、本実施の形態1の強化ガラス1は、正方形であったが、本発明の強化ガラスは、他の形状であっても同様の効果が得られる。

【0041】

また、本実施の形態1の強化ガラス1の板厚が2.8mm以下の場合には、本発明者等の試験および経験的な事実から、強度的に周縁領域は、90MPa以上の平均表面圧縮応力が必要であり、安全規格を満たす50×50mmの領域内で計測する破片数を得るために、領域9は、100MPa以上の平均表面圧縮応力が必要である。

【0042】

また、領域9はある程度大きくなったり、小さくなったりしてもよい。本実施の形態1では、弾性波の伝播速度はクラックの進行速度の2倍として領域9を規定しているが、弾性波の伝播速度が、クラックの進行速度の1.7～2.3倍と変化させて領域9を規定しても、強化ガラスの性能としては、あまり大きな違いが無いことが本発明者等の試験および経験的な事実から確認されている。

【0043】

つまり、図6において、強化ガラス1の下辺で正反射してきた弾性波と重心Aから伝播してきたクラックの伝播との衝突点を結んだ破線2では、点線2aと2bのように幅があっても良く、同様に強化ガラス1の他の辺で正反射した弾性波とクラックとの衝突点を結んだ破線でも3aと3b, 4aと4b, 5aと5bのように幅があってもよい。よって、領域9の最大の大きさは、図2に示す右上がりの斜線でハッチングした領域であり、領域9の最小の大きさは、左上がりの斜線でハッチングした領域であり、この最大と最小の範囲内に領域9を規定すればよい。

【0044】

(実施の形態2)

実施の形態1の強化ガラス1を作製するための好ましい方法について以下に説

明する。本実施の形態 2 は、ガラス板を軟化点近くまで加熱し、このガラス板の表面に冷却手段を使って冷却することにより、ガラス板の表面に圧縮応力層を形成し、かつ内部に引張応力層を形成する強化ガラスの製造方法である。冷却する対象となるガラス板は、正面視で中央領域と周縁領域を有している。中央領域は、図 1 で示した領域 9 と同様にして、中央領域を求める計算機シミュレーションを用いて求める。または、図 6 の範囲内で領域 9 を求めてもよい。

【0045】

本実施の形態 2 の強化ガラスの製造方法は、このガラス板を軟化点近くまで加熱し、冷却手段によって冷却するのだが、ガラス板の中央領域を冷却する冷却手段の冷却能を、ガラス板の周縁領域を冷却する冷却手段の冷却能よりも 16～78% 高くしてガラス板を冷却する。中央領域を冷却する冷却手段と、周縁領域を冷却する冷却手段は、互いに別々のもので独立してそれぞれ中央領域と周縁領域を冷却してもよいし、中央領域を冷却する冷却手段と、周縁領域を冷却手段は同じもので、中央領域への冷却能を高めるように調節したもの、または、周縁領域への冷却能を低く調節したものでよい。

【0046】

これにより、領域 9 を周縁領域よりも速く冷却することになり、冷却中のガラス板の断面方向の内部と表面の温度差は、周縁領域より中央領域の方が大きくなる。よって、中央領域に形成される残留応力が、周縁領域に形成される残留応力より大きくなり、実施の形態 1 の強化ガラスを製造できる。

【0047】

また、ガラス板の縁部の面取りを施した加工部は微小な傷が多く、この部分からクラックが進行することで冷却割れが起こることが多い。前記強化ガラスの製造方法によれば、中央領域への冷却能は大きいガラス板の周縁領域の冷却能は低いままで、周縁領域が中央領域より遅く冷えるため、周縁領域の冷却開始直後のガラス板の表面に発生する引張応力が低減し、周縁領域が起点となる冷却割れを減少させることができる。

【0048】

なお、冷却手段は、冷却風をガラス板に吹き付ける風冷でもよいし、ミストを

ガラス板に吹き付けるミスト冷却でもよいし、冷媒となるものを直接ガラス板に接触させる接触冷却でもよい。

また、ガラス板を加熱するときに、中央領域を周縁領域よりも高い温度まで加熱して、ガラス板全面にほぼ均一な冷却能で冷却しても、同様の強化ガラスが得られる。

【 0 0 4 9 】

（実施の形態 3）

実施の形態 2 の強化ガラスの製造方法を実施するための好ましい装置の一例について以下に説明する。

本実施の形態 3 は、加熱したガラス板の両面に対向配置された風箱と、この風箱のガラス板側に配設された複数のノズルとを少なくとも有し、加熱されたガラス板に向けて複数のノズルから噴出する冷却風を吹き付ける強化ガラスの製造装置である。複数のノズルは、ノズルの開口孔がガラス板に対して垂直に向き千鳥配列となるように、および、ガラス板 3 3 の形状に概略一致するように複数並べて、ガラス板の全面に開口孔から噴出する冷却風を吹き付けられるように、風箱に設けられている。

【 0 0 5 0 】

図 7 は、ガラス板 1 9 の中央領域とノズルの開口孔との位置関係を示した概略図である。図 7 に示すガラス板 1 9 は、その形状が正方形であり、正面視で中央領域と周縁領域を有している。

【 0 0 5 1 】

まず、図 1 で示した領域 9 と同様にして、計算機シミュレーションを行い、強化するガラス板 1 9 の中央領域を求める。このとき、図 6 の範囲内で中央領域を求めてもよい。次に、ガラス板 1 9 を加熱し冷却する際に、ガラス板 1 9 の中央領域を冷却する冷却風がどのノズルの開口孔から吹き付けられるのかを求める。その位置関係を求めた結果が図 7 である。

【 0 0 5 2 】

図 7 は、クラックと弾性波が衝突する線 2 0 ～ 2 3 を求めたガラス板 1 9 と、実施の形態 3 で用いる風箱に配設されている、複数の開口孔 2 4 が設けられた複

数のノズル 25 との位置関係を示した概略図である。

【0053】

線 20 はガラス板 19 の重心で破碎したときのクラックとガラス板 19 の下縁で反射してきた弾性波との衝突点を結んだ線で、線 21 はクラックとガラス板 19 の左縁で反射した弾性波との衝突点を結んだ線で、線 22 はクラックとガラス板 19 の上縁で反射した弾性波との衝突点を結んだ線で、線 23 はクラックとガラス板 19 の右縁で反射した弾性波との衝突点を結んだ線である。図 7 の結果は、冷却能を高める領域を示しており、この領域にあるノズルを中央領域のノズルと呼ぶ。

【0054】

実施の形態 3 では、ノズルを延長して、開口孔とガラス板 19 との距離を近づけることにより、冷却能を高める。中央領域のノズル 26 を延長した風箱の概略斜視図が図 8 である。実施の形態 3 では、中央領域のノズル 26 は、周縁領域のノズル 28 よりも 10～50 mm 延長している。中央領域の開口孔 27 の分布は、正面視で、周縁領域の開口孔の間隔と同じである。中央領域のノズルを延長することにより、中央領域の冷却能が、周縁領域の冷却能より 16～78 % 高くなる。特に、ガラス板 19 の板厚が 2.8 mm 以下の場合に、ガラス板 19 の冷却開始温度が 640℃ であれば、中央領域の冷却能は、 520 W/cm^2 ℃ 以上となることが好ましく、周縁領域の冷却能は、 350 W/cm^2 ℃ 以上となることが好ましい。

【0055】

図 9 は、図 8 の風箱を用いた本実施の形態 3 の強化ガラスの製造装置を示す概略側面図である。実施の形態 3 の強化ガラスの製造装置は、ガラス板 19 の両面に対向配置された風箱 30a、30b と、この風箱 30a、30b のガラス板 19 側に配設された複数のノズル 26a、26b、28a、28b とを少なくとも有し、加熱されたガラス板 19 に向けて前記複数のノズル 26a、26b、28a、28b の開口孔から配管 32a、32b から送風されてくる冷却風を吹き付ける実施の形態 3 の強化ガラスの製造装置である。図 9 では、ガラス 19 は曲がっておらず成形されていないが、ガラス板 19 が曲がっていても構わなく、その

場合は、ガラス板とノズル先端の距離が一定になるように、ノズルと風箱の形状もガラス板の曲率に合わせればよい。

【0056】

加熱炉にて軟化点近くまで加熱されたガラス板19を、風箱30a、30b間に搬送する。この場合、ガラス板19は駆動機構に連結された吊具31の搬送手段に、鉛直状態に保持して、風箱30a、30b間に搬送する。風箱30a、30b間にガラス板19が搬送されると、各ノズルの開口孔から冷却風を、ガラス板19に吹き付ける。以上により、周縁領域より中央領域の冷却能を高くしてガラス板19を冷却することにより、本実施の形態3の装置は、中央領域に形成される残留応力が、周縁領域に形成される残留応力より8～47%大きい実施の形態1の強化ガラスを製造することができる。

【0057】

また、ガラス板19の中央領域への冷却能は高いが周縁領域への冷却能は低いままなので、周縁領域が中央領域より遅く冷えるため、周縁領域の冷却開始直後のガラス板19の表面に発生する引張応力が低減し、周縁領域が起点となる冷却割れを減少させることができる。

【0058】

また、実施の形態3の強化ガラスの製造装置は、ノズルを延長しているだけなので、風冷強化装置自体に大きな改造や増設もなく、経費を低く抑えることができる。

【0059】

(実施の形態4)

実施の形態3の鉛直方向にガラス板を吊って冷却するのではなく、成形されて曲がっているガラス板をリング上に水平に載置して冷却する実施の形態4の強化ガラスの製造装置の一例について以下に説明する。図10は、本実施の形態4の強化ガラスの製造装置の一例を示す概略断面図である。図10の本実施の形態4の強化ガラスの製造装置は、ガラス板33の両面に対向配置された風箱34a、34bと、この風箱34a、34bのガラス板33側に配設された複数のノズルとを少なくとも有し、加熱されたガラス板33に向けて前記複数のノズルから噴

出する冷却風を吹き付ける強化ガラスの製造装置である。

【0060】

複数のノズルは、ノズルの開口孔がガラス板 33 に対して垂直に向き千鳥配列となるように、および、ガラス板 33 の形状に概略一致するように複数並べて、ガラス板 38 の全面に開口孔から噴出する冷却風を吹き付けられるように、風箱 34 a、34 b に設けられている。この複数のノズルの先端が図 10 に示す 35 a、35 b、36 a、36 b である。

【0061】

ガラス板 33 は、自動車の窓ガラスに用いられるような形状であり、正面視で中央領域と周縁領域を有している。中央領域は、図 1 に示した領域 9 の求め方と同様にして、計算機シミュレーションで求められる。

【0062】

さらに、従来の強化ガラスの製造装置は、図 11 に示すように、ガラス板 39 とノズルの先端 41 a、41 b との距離がガラス板のどの位置でもほぼ一定であるのに対し、本実施の形態 4 の強化ガラスの製造装置は、ガラス板 33 の中央領域を冷却するノズル 37 a、37 b の先端 36 a、36 b が、ガラス板 33 の周縁領域を冷却するノズルの先端 35 a、35 b よりもガラス板 33 側に 10～50 mm 接近している。

【0063】

加熱炉にて軟化点近くまで加熱され、必要に応じて曲げ成形されたガラス板 33 は、風箱 34 a、34 b 間に搬送される。この場合、ガラス板 33 は駆動機構に連結されたリング 38 等の適宜の搬送手段に、水平状態で保持されて、風箱 34 a、34 b 間に搬送される。

【0064】

風箱 34 a、34 b 間にガラス板 33 が搬送されると、各ノズルの開口孔から所定の温度、圧力の冷却風が、ガラス板 33 に向けて吹き付けられる。こうして、中央領域へ吹き付けるノズル 37 a、37 b の先端 36 a、36 b を周縁領域へ吹き付けるノズルの先端 35 a、35 b よりガラス板 33 側に 10～50 mm 接近させることにより、周縁領域より中央領域の冷却能を 16～78% 高くして

ガラス板を冷却しているため、中央領域に形成される残留応力が、周縁領域に形成される残留応力より 8～47% 大きい強化ガラスを製造できる。特に、ガラス板 33 の板厚が 2.8 mm 以下の場合に、ガラス板 33 の冷却開始温度が 640℃ であれば、中央領域の冷却能は、 520 W/cm^2 ℃ 以上であることが好ましく、周縁領域の冷却能は、 350 W/cm^2 ℃ 以上であることが好ましい。

【0065】

また、ガラス板 33 の中央領域への冷却能は高いが周縁領域への冷却能は低いままなので、周縁領域が中央領域より遅く冷えるため、周縁領域の冷却開始直後のガラス板 33 の表面に発生する引張応力が低減し、周縁領域が起点となる冷却割れを減少させることができる。

【0066】

さらに、複曲面を有する形状のガラス板を強化する場合に、図 11 に示すように、すべてのノズルの先端 41a、41b をガラス板 39 に接近させると、ノズル先端 41b と急冷中のガラス板 39 を保持する治具である冷却リング 42 が接触する可能性があるため、接近距離に限界があり、またガラス板 39 の水平方向の摺動もできない状況になるが、図 10 に示すように中央領域のみノズルの先端 36a、36b を接近させることによって、冷却リング 38 との接触や摺動性の問題を解決することができる。

【0067】

また、実施の形態 4 の製造装置は、ノズルの先端を延長しているだけなので、風冷強化装置自体に大きな改造や増設もなく、経費を低く抑えることができる。

【0068】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、以下に記載する効果が得られる。本発明の強化ガラスは、正面視で周縁領域とこの領域を除く中央領域とを有し、前記中央領域の平均表面圧縮応力を、前記周縁領域の平均表面圧縮応力より 8～47% 大きくし、前記中央領域は安全規格を満足するために必要な破片数が得られる平均表面圧縮応力を形成し、前記周縁領域は強度的に十分な平均表面圧縮応力を形成することにより、安全規格を満足する自動車用薄板強化ガラスが得られる。

【0069】

また、本発明の強化ガラスの製造方法においては、急冷時にガラス板の中央領域への冷却能を周縁領域の冷却能よりも16～78%高くすることによって、前記強化ガラスを製造することができる。また、中央領域は高い冷却能となるが周縁領域の冷却能は低いままで、中央領域より遅く冷えるため、周縁領域の冷却開始直後のガラス板の表面に発生する引張応力を低減でき、冷却割れを減少できる。

【0070】

また、本発明の強化ガラスの製造装置においては、急冷時にガラス板の周縁領域に吹き付けるノズルの先端より中央領域に吹き付けるノズルの先端をガラス板側に10～50mm接近させることにより、周縁領域の冷却能より中央領域の冷却能が高くなり、前記強化ガラスを製造できると共に、冷却割れを減少できる。さらに、ノズルを延長しているだけなので、既存の製造装置に大きな改造や増設もなく容易に実施でき、経費を低く抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 クラックと縁部で反射してきた弾性波とが衝突する線を求めた概念図である。

【図2】 実施の形態1の表面圧縮応力の分布を表したグラフである。

【図3】 表面応力計の原理を示した概略断面である。

【図4】 (a) 射出光15を観察したときの応力無しの場合の概略図、(b) 射出光15を観察したときの応力有りの場合の概略図である。

【図5】 実施の形態1の50×50mmの正方形の領域内の破片数の変化を表したグラフである。

【図6】 実施の形態1の中央領域を求めた概念図である。

【図7】 実施の形態3の中央領域とノズルの開口孔との位置関係を示した概略図である。

【図8】 実施の形態3で用いる吹口の概略斜視図である。

【図9】 実施の形態3で用いる強化ガラスの製造装置を示す概略側面図である。

【図 10】 本実施の形態 4 の強化ガラスの製造装置の概略断面図である。
たグラフである。

【図 11】 従来の強化ガラスの製造装置の概略断面図である。

【符号の説明】

- A：重心
- B：強化ガラス 1 の縁部
- C：クラックと弾性波の衝突点
- D：強化ガラス 1 の縁部
- E：クラックと弾性波の衝突点
- ΔL ：表面伝播光の経路
- ΔR ： ΔL の間に变化した光路差
- θ ：臨界屈折角
- ϕ ：干渉縞の傾斜角
- 1：強化ガラス
- 2～5， 2 a～5 a， 2 b～5 b：クラックと弾性波との衝突点を結んだ線
- 6：クラックの進行
- 7：弾性波の伝播
- 8：正反射してきた弾性波の伝播
- 9， 9 a， 9 b：中央領域
- 10：評価ライン
- 11：プリズム
- 12：遮蔽版
- 13：入射光
- 14：表面伝播光
- 15：屈折射出光
- 16：反射光
- 17：光屈折率の媒質
- 18：干渉縞
- 19：ガラス板

2 0 ~ 2 3 : クラックと弾性波との衝突点を結んだ線

2 4 : ノズルの開口孔

2 5 : ノズル

2 6 , 2 6 a , 2 6 b : 延長したノズル

2 7 : 延長したノズルの開口孔

2 8 , 2 8 a , 2 8 b : 周縁領域のノズル

2 9 : 周縁領域のノズルの開口孔

3 0 , 3 0 a , 3 0 b : 風箱

3 1 : 吊具

3 2 a , 3 2 b : 配管

3 3 : ガラス板

3 4 a , 3 4 b : 風箱

3 5 a , 3 5 b : 周縁領域のノズル先端

3 6 a , 3 6 b : 中央領域のノズル先端

3 7 a , 3 7 b : ノズル延長部

3 8 : リング

3 9 : ガラス板

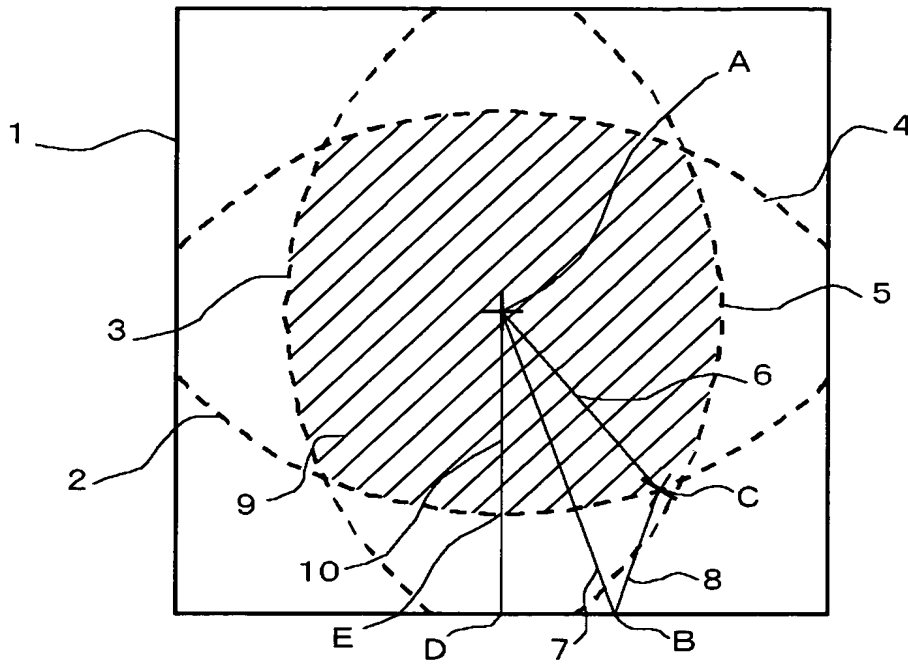
4 0 a , 4 0 b : 風箱

4 1 a , 4 1 b : ノズル先端

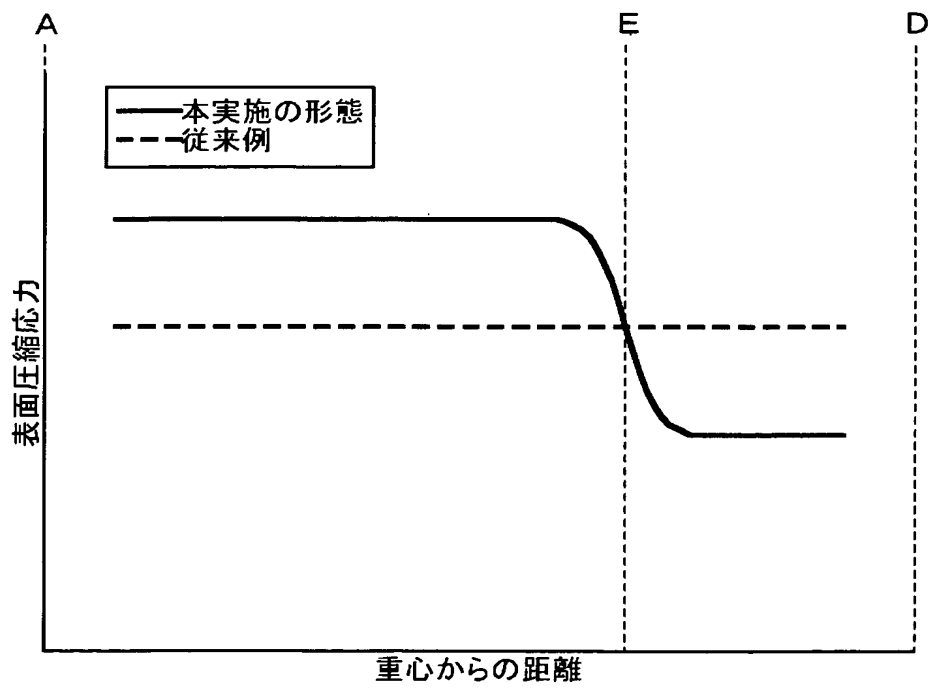
4 2 : リング

【書類名】 図面

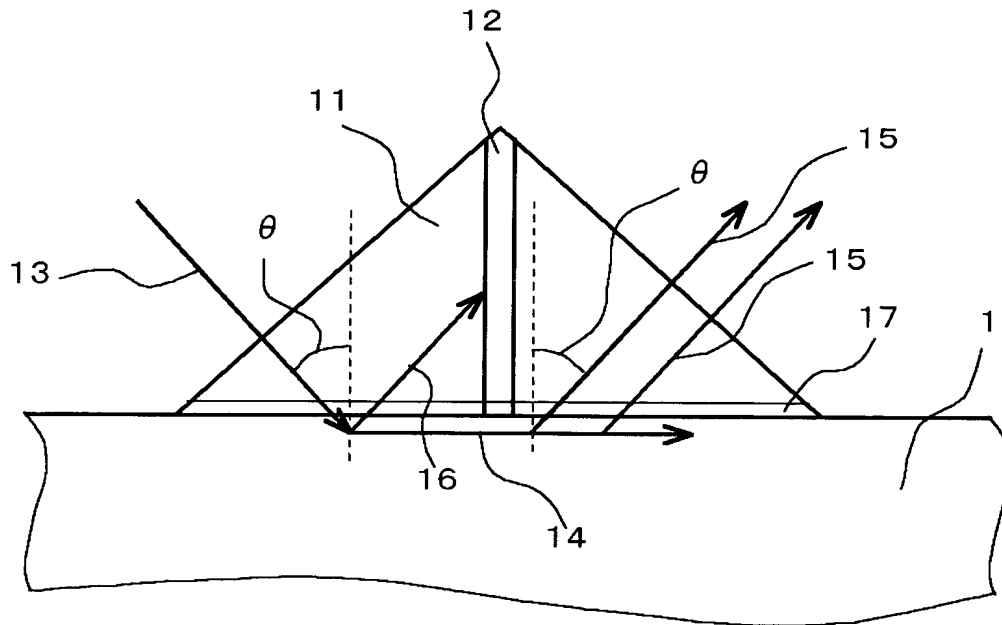
【図 1】



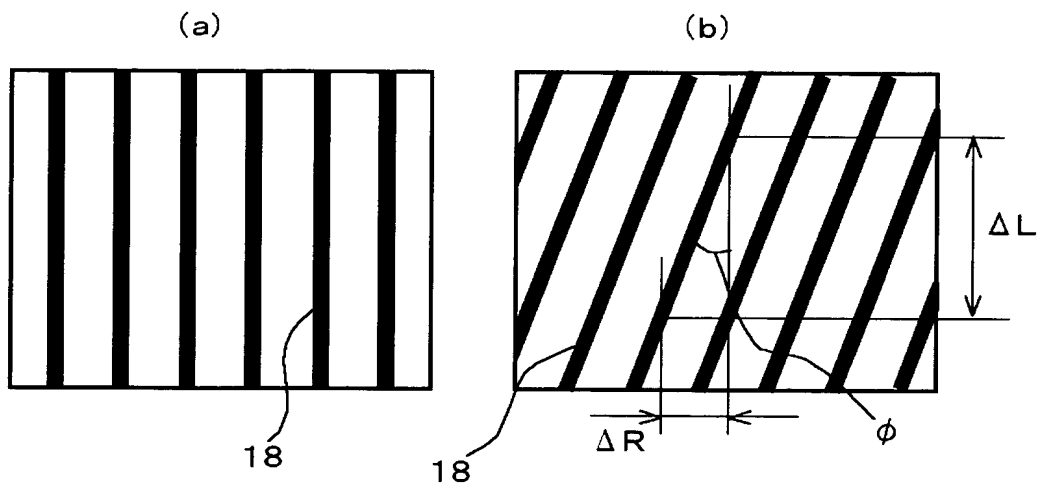
【図 2】



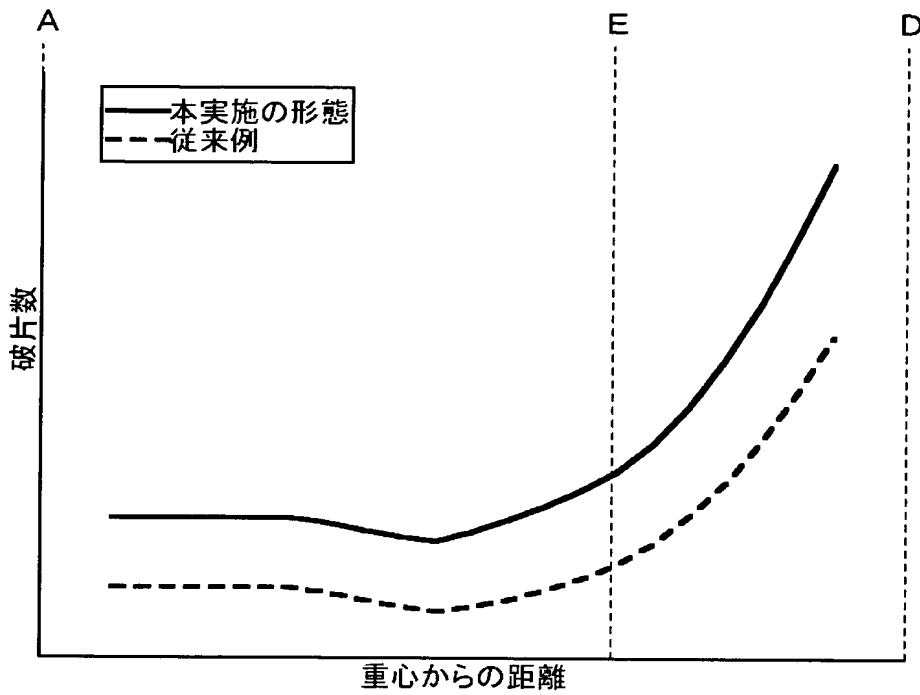
【図3】



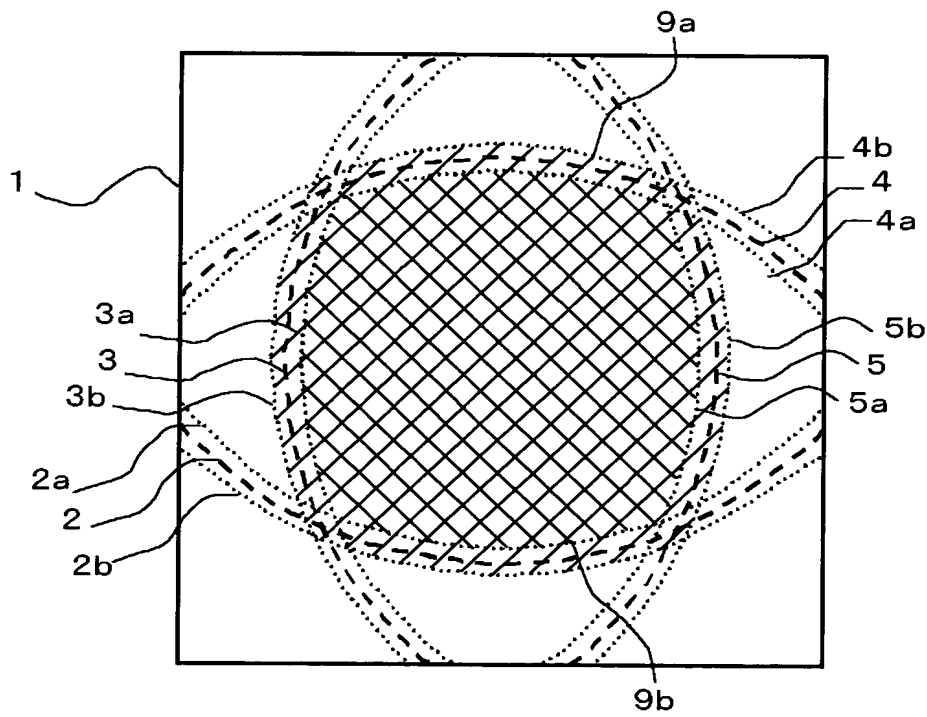
【図4】



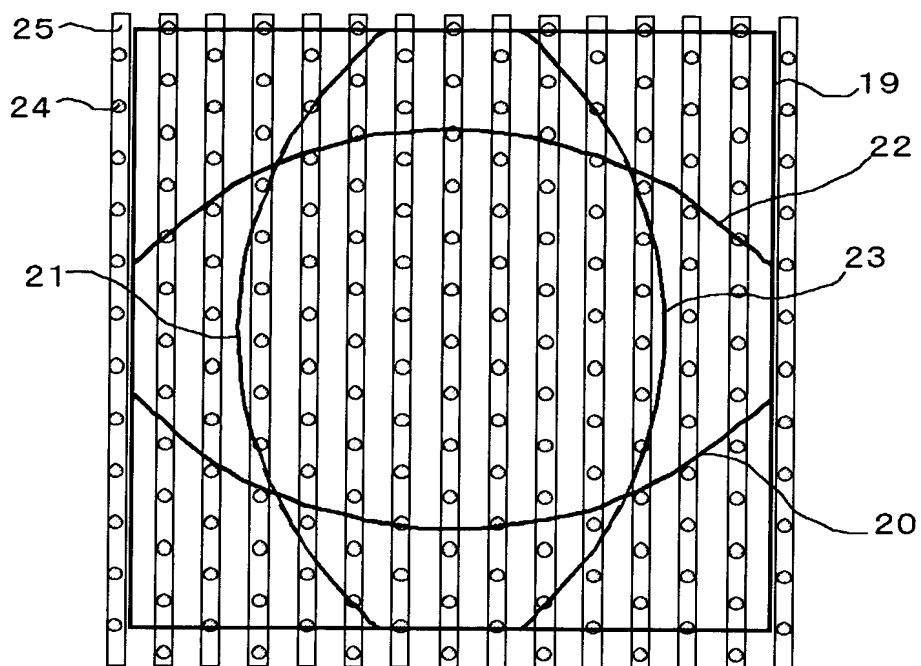
【図 5】



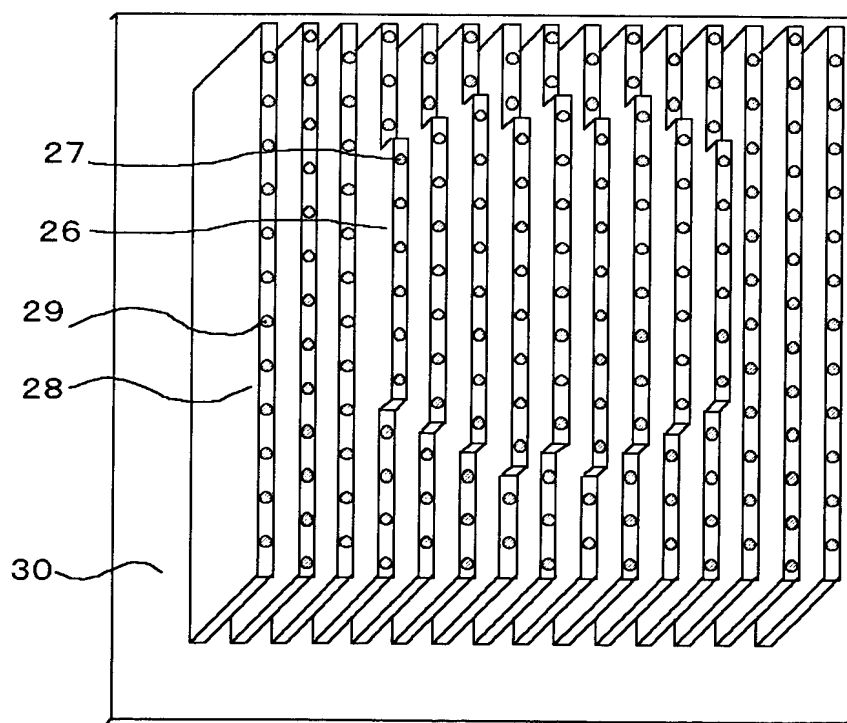
【図 6】



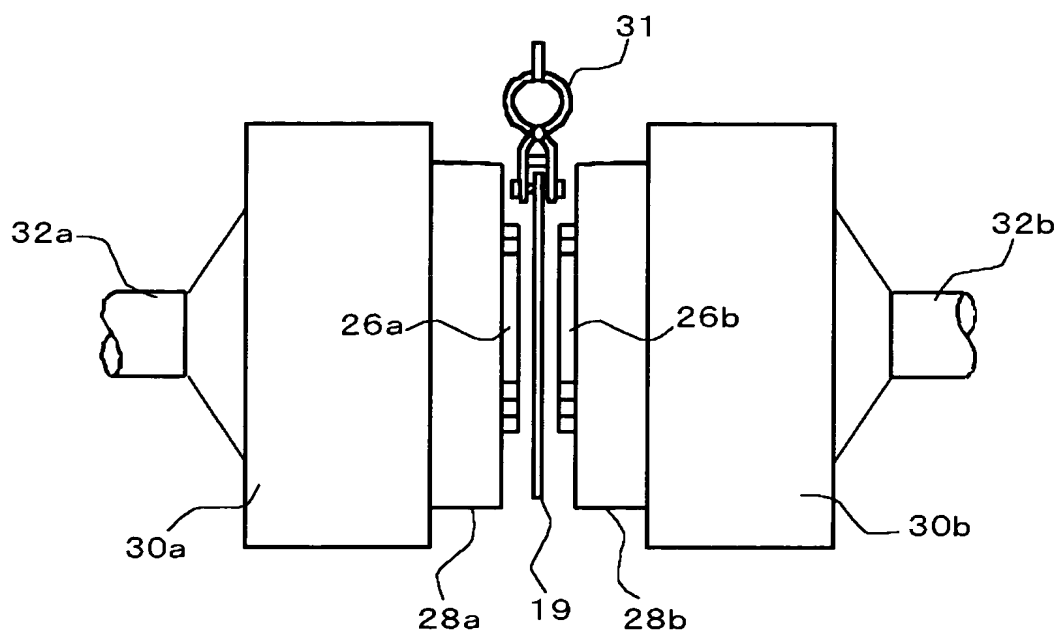
【図 7】



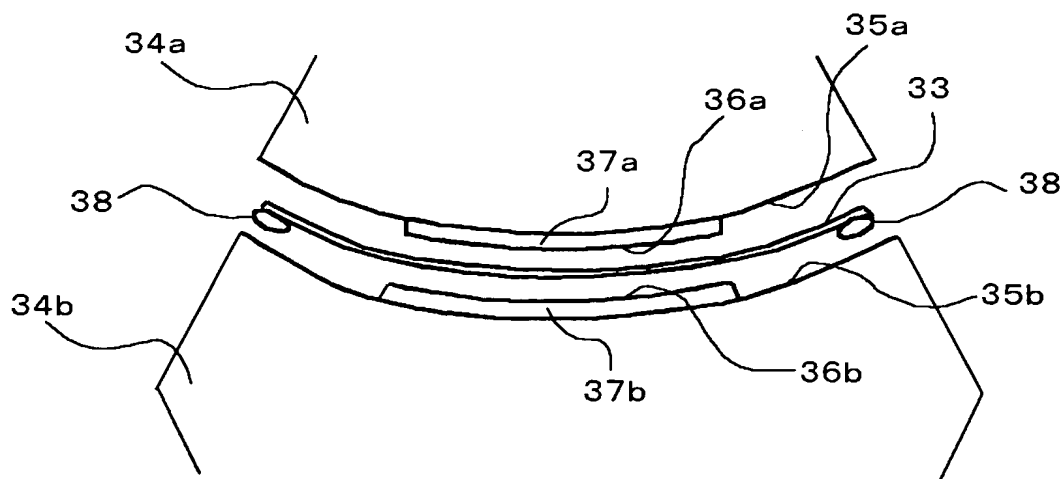
【図 8】



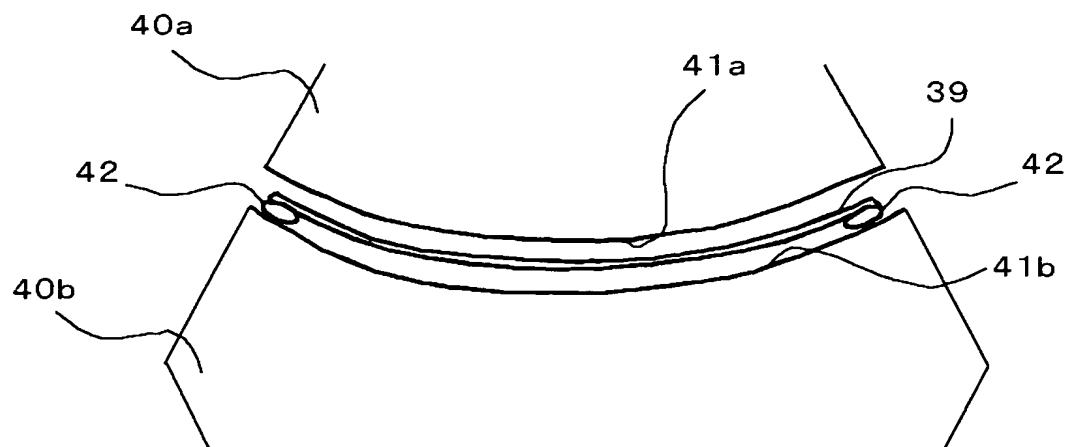
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 ガラス板が薄板化しても、安全規格を満足する自動車用強化ガラスを提供する。ガラス板の薄板化に伴う高冷却能化に起因する冷却割れを減少させる強化ガラスの製造方法と製造装置を提供する。

【解決手段】 強化ガラス 1 は、正面視で周縁領域とこの領域を除く中央領域 9 とを有する。中央領域 9 の平均表面圧縮応力は、周縁領域の平均表面圧縮応力より 8 ～ 47 % 大きい。また、ガラス板を軟化点近くまで加熱し、このガラス板の表面に冷却手段を使って冷却することにより、中央領域 9 を冷却する冷却手段の冷却能を、周縁領域を冷却する冷却手段の冷却能よりも高くする。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 0 1 4 9 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 0 0 4 4]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 1 番 2 号

氏 名

旭硝子株式会社

2. 変更年月日

1 9 9 9 年 1 2 月 1 4 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号

氏 名

旭硝子株式会社